ISSN 1561-5359. Штучний інтелект, 2019, № 3-4

УДК 004.93

В.Г. Писаренко, Ю.В. Писаренко, О.Е. Гульчак
Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, Украина
пр. Академика Глушкова, 40, г. Киев, 03187

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

V.G. Pysarenko, J.V. Pisarenko, O.E. Gulchak
V.M. Hlushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine
40, Academician Hlushkov Ave., Kyiv, 03187

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS IN SPACE RESEARCH TASKS

Описаны современные представления о проблемах безопасности, связанных с выполнением пилотируемых полетов в «дальний космос». Приводится анализ подходов к выработке критериев успешности завершения космических миссий, к оценке рисков воздействия неблагоприятных факторов космического окружения. Проведена классификация рисков для здоровья и жизни космонавтов в длительных космических экспедициях, дано обоснование вывода о перспективности широкого применения робототехники с элементами искусственного интеллекта в задачах исследования дальнего космоса.

Ключевые слова: космические миссии, вероятности рисков, робототехника, радиация, нерадиационные поражения

Modern ideas of security problems are being described which are being associated with the implementation of manned flights into "deep space". The analysis of approaches to the development of criteria for the successful completion of space missions, to assess the risks of exposure to adverse factors of the space environment. The classification of risks to the health and life of astronauts in long space missions is carried out, the rationale for the conclusion about the prospects of the widespread use of robotics with elements of artificial intelligence in the tasks of deep space exploration is given.

Keywords: space missions, risk probabilities, robotics, radiation, non-radiation damage

Вступление

Перспективы новых космических исследований существенно зависят от степени проработки наиболее сложных и пока нерешенных вопросов обеспечения максимальной безопасности человеческого организма в условиях наличия существенных рисков негативного воздействия на организм космонавта факторов космического полета. Крайне актуальным является решение задач создания соответствующих технологий максимальной защиты человеческого организма в космических миссиях [1].

К расчету критерия успешности завершения космической миссии

Достоверная оценка вероятности положительного исхода космической миссии еще на стадии подготовки полета приобретает особую актуальность в случае планирования длительной межпланетной космической экспедиции. В литературе можно найти несколько подходов к решению этой задачи.

В [2] предложен следующий общий вид «вероятности успешного выполнения миссии», зависящей от факторов риска космических экспедиций:

$$P = 1 - (P_{\text{р.п.}} + P_{\text{н.р.п}} + P_{\text{от.т.}}), \quad (1)$$

где $P_{\text{р.п}}$ – вероятность возникновения радиационных поражений членов экипажа; $P_{\text{н.р.п}}$ – вероятность нерадиационных поражений космонавтов; $P_{\text{от.т}}$ – вероятность отказа технического оборудования. Для наших задач будет целесообразно дать скорректированный вариант формулы (1).

Формула (1) позволяет укрупненно оценить целесообразность планирования длительной космической экспедиции. Кроме того, в указанной формуле не учтены моменты взаимного влияния различных

факторов риска на результирующую вероятность сбоя в полете.

Авторам представляется, что более доказательно будет провести следующее исследование по данному вопросу:

1. Анализ вероятностей всех отдельных рисков полета. При этом проводится исследование и систематизация причин опасных ситуаций в прошлых космических полетах на основании уже существующей базы данных, где систематизированы стенограммы, дневниковые записи участников полета (космонавтов), выводы отчетов комиссии.
2. Виртуальное моделирование нештатных ситуаций, являющихся наложением нескольких отдельных рисков, которое проводится с использованием данных базы по п.1 с привлечением программ компьютерной обработки больших массивов информации.
3. Математическое моделирование вероятностей возможных гипотетических опасных ситуаций (помимо уже выявленных в предыдущих космических миссиях).

Тогда оценка целесообразности выполнения дальних космических экспедиций с участием человека может быть проведена с учетом возможности перечисленных рисков с помощью вычисления обобщенного критерия объективной оценки вероятности положительного исхода дальних космических экспедиций. Указанный критерий может быть сформулирован как вероятность P успешного выполнения миссии в виде следующей формулы:

$$P = 1 - \sum_{i=1}^{n} P_i \quad , \qquad (2)$$

где P_i – вероятность возникновения *i*-ой нештатной ситуации из *n* возможных неблагоприятных ситуаций, угрожающей выполнению космической миссии и связанной с соответствующими факторами риска, обусловленными подобными ситуациями. Здесь очевидно, что вероятность *P* положительного итога всей запланированной миссии и сумма вероятностей различного исхода дальних космических экспедиций при выполнении только некоторой части запланированных заданий (из-за любых возможных нештатных и не поддающихся устранению ситуаций) должна составлять полную совокупность событий.

Конкретная *i*-ая нештатная ситуация, делающая невозможным положительный результат запланированной миссии, может стать следствием определенной серьезной причины или следствием суперпозиции нескольких рисков, каждый из которых, будучи малозначительным, при объединении с другими дает значительное увеличение вероятности неблагоприятного исхода.

Расчет вероятности возникновения каждой нештатной ситуации может быть проведен с применением математического аппарата, разработанного одним из соавторов настоящей работы на основе использования уравнений Колмогорова. А именно: в работе одного из соавторов [3] была предложена приводимая ниже модель однородных марковских процессов как раздела теории случайных процессов. Согласно выводов этой теории, вероятность нахождения системы в одном из всех возможных ее состояний в текущий момент времени t удовлетворяет линейной системе обыкновенных дифференциальных уравнений Колмогорова [3]:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=0}^{n} \lambda_{ij}\, P_j(t)\,,\ i=1,\dots,n \qquad (3),$$

где *i* – номер состояния; $P_i(t)$ – вероятность нахождения в i-ом состоянии, λ_{ij} – ожидаемая интенсивность перехода из *i*-го состояния изучаемой системы в *j*-ое состояние (эти константы $\{\lambda_{ij}\}$ индивидуальны для конкретной ситуации и выбираются по результатам мониторинга итогов космических миссий). Следует обратить внимание на присутствие коэффициента λ_{ij}, который отвечает за «вес» каждой конкретной вероятности реализации конкретного риска, ответственного за создание нештатной ситуации. Значение коэффициента λ_{ij} определяется по результатам анализа базы данных по п.п. 1,2.

Для иллюстрации взаимодействия рисков и необходимости правильной оценки их целесообразным является проанализировать реальную ситуацию космического полета, например, описанную в книге со-

ветского космонавта В.П. Савиных «Записки с мёртвой станции» [4]. В книге описан драматический эпизод из истории спасательной экспедиции – полета космического корабля «Союз-Т-13» к станции «Салют-7». 11 февраля 1985 года, после полугодового отсутствия на станции людей, связь с ней прервалась. Было принято решение попытаться её спасти. 6 июня 1985 года к станции была направлена экспедиция на переоборудованном под эти цели космическом корабле «Союз Т-13» с экипажем, состоящим из Владимира Джанибекова и Виктора Савиных. После стыковки было 5 дней напряжённой работы, которая проводилась при температуре ниже нуля, была выявлена и устранена неисправность в системе контроля электропитания, из-за которой, вследствие нештатного отключения всех бортовых систем, температура в отсеках станции упала ниже 0 С. Здесь серьезная неполадка, которая угрожала успешности космического полета и даже существованию станции, была устранена именно благодаря профессионализму и подготовке команды космонавтов, их психологической совместимости. Из трех рисков по формуле (1) в наличии был риск отказа технического оборудования. Благодаря тому, что остальные 2 категории рисков не были реализованы, удалось справиться с ситуацией и эта часть работы на орбите была успешной. Однако далее из-за осуществления риска нерадиационных поражений космонавтов, а именно обострения хронической болезни у космонавта Васютина (скрывшего свою болезнь от врачей), который позже прибыл с новой командой на станцию, длительность экспедиции «Союз Т-14» была сокращена втрое [4]. Была сорвана большая часть программы работы со спецоборудованием, а также 3 запланированных экспедиции посещения. В их числе – «Союз Т-15С» с первым в мире полностью женским экипажем (С. Савицкая, Е. Иванова, Е. Доброквашина). Не состоялась также и встреча на орбите с экипажем американского «Шаттла» STS-61C.

Получается, что вероятность конкретного риска обострения хронических заболеваний $P_{х.з.}$ (составляющая вероятности $P_j(t)$ j-ой нештатной ситуации) мала, поскольку члены экипажа до космического полета подвергаются серьезной медицинской проверке и отбору. А вот коэффициент λ_{ij}, характеризующий «вес» этой вероятности значителен, поскольку серьезная болезнь космонавта делает приоритетными не выполнение программы полета, а проведение работ по спасению человека, а это означает сворачивание программы, срыв плана полета и возвращение на Землю.

О проблемах безопасности космических экспедиций в дальний космос

Проведем анализ факторов, оказывающих негативное воздействие на организм космонавтов и реализуемость полета. Все факторы риска для экспедиции в длительных космических экспедициях можно разделить на несколько групп:

1) Вероятность возникновения лучевого поражения организма космонавтов из-за воздействия космической радиации.
2) Вероятность возникновения нерадиационных нарушений вследствие влияния психологических факторов самого космического полета – невесомость, заболевания, травмы, обострение хронических заболеваний, возникновение различных фобий, изменение временного режима «день-ночь» на космическом корабле, а также иные риски, связанные с внекорабельной деятельностью и замкнутостью пространства для космонавта, неправильно подобранными нагрузками для удовлетворения суточной потребности организма в физических упражнениях и др.
3) Вероятность отказа оборудования космического корабля (в том числе выход из строя систем жизнеобеспечения) по объективным причинам, включая воздействие радиации, ускоренный износ используемого оборудования из-за влияния экстремальных условий космоса.

Классификация рисков космических миссий наглядно продемонстрирована в схеме на рис. 1.

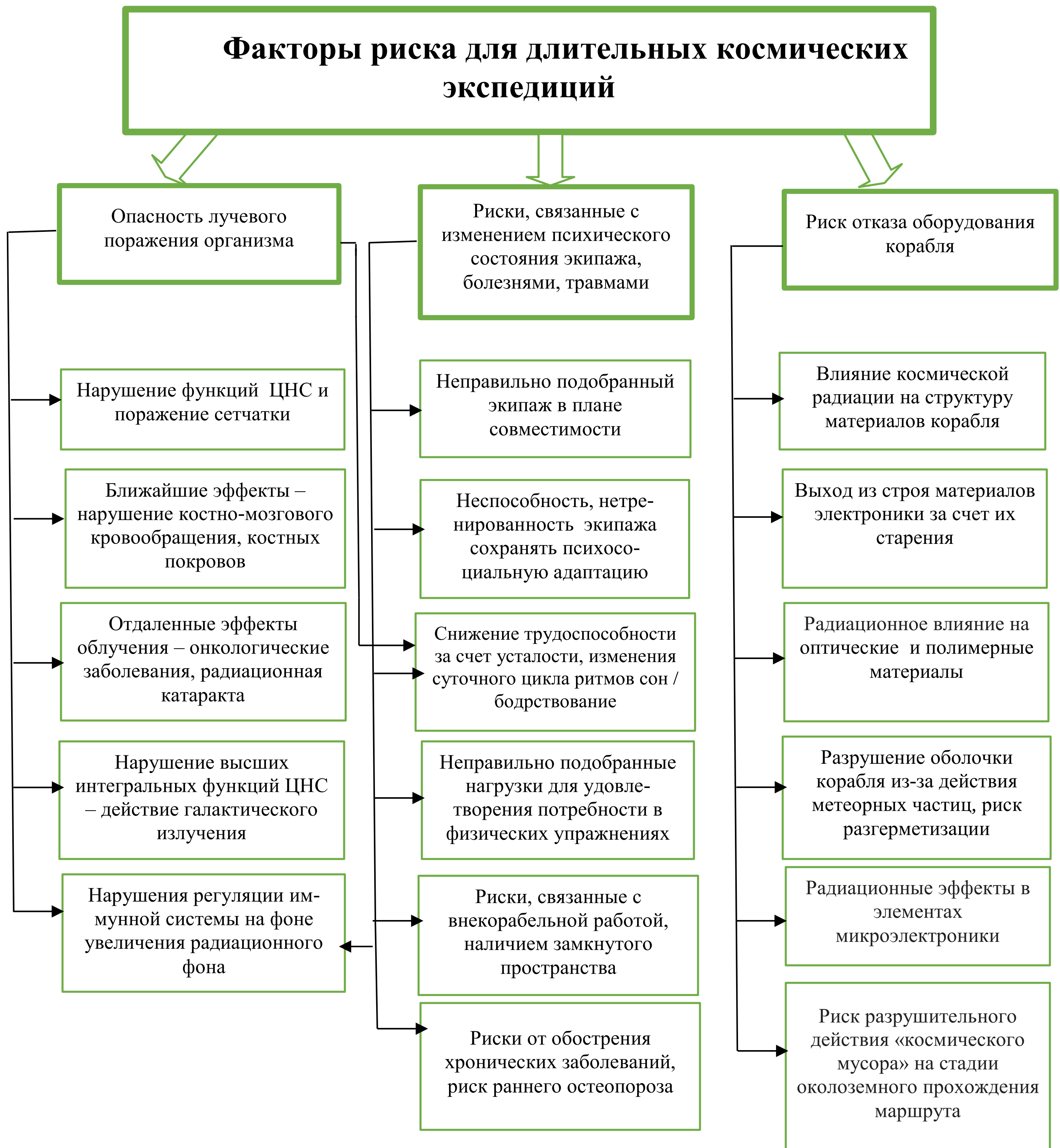


Рис. 1. Классификация факторов риска длительных космических экспедиций (ДКЭ)

Первые две группы объединяют различные медико-биологические факторы, оказывающие опасное воздействие на состояние космонавтов. Третья группа напрямую не связана с влиянием на космонавтов, однако может иметь решающее значение в успешности и даже просто в реализации полета.

Предварительные выводы о целесообразности дальних космических экспедиций (ДКЭ)

В первой половине XXI столетия мировое сообщество намеревается реализовать ряд крупных космических проектов, причем наиболее важными и выглядящими пока почти фантастичными являются планируемый полет пилотируемого корабля на Марс, строительство долговременных обитаемых баз на Луне и полет группы автоматических (естественно, безлюдных) КА к Юпитеру с посадкой на некоторые его спутники [5]. При этом утверждается, что эти амбициозные проекты стимулируют разработку «ряда прорывных технологий, которые будут первостепенными для первых колонистов в подобных экспедициях».

Сюда включается обеспечение адаптации транспорта по передвижению «на специфичных грунтах дальних планет», разработка соответствующих скафандров для космонавтов, домов для «переселенцев», способных работать в неземных жестких климатических условиях и тому подобное [5, 6, 7]. Однако, в своих мечтах даже маститые ученые могут «несколько забыть», что сначала людям надо хотя бы долететь до иной планеты или спутника планеты. А эта задача (при ее кропотливом изучении) на данном уровне развития техники может оказаться пока неразрешимой. Так, в случаях межпланетных полетов, космической технике и космонавтам предстоит работать в весьма жестких радиационных, психологических и иных сложных условиях, существенно отличающихся от таковых на околоземных орбитах. Поэтому при разработке указанных проектов решению вопроса о принципиальной целесообразности длительных межпланетных экспедиций с людьми на борту должно уделяться особое внимание.

Не является удивительным также то, что в начале ноября 2019 года инициатор смелой идеи о «создании поселений на Марсе» Илон Маск заявил, что «в ближайшее время построить базу на Марсе» не получится.

По словам бизнесмена, Марс и Земля приближаются друг к другу раз в два года. Так что для того, чтобы перевезти на Марс 100 млн тонн грузов (чего, по мнению Маска, достаточно для функционирования базы) потребуется 20 лет» [8].

С учетом сказанного выше, авторам данной статьи представляется целесообразным планировать отправку в дальние космические экспедиции (по крайней мере на первом этапе) безлюдных экипажей, но с участием роботов с искусственным интеллектом (ИИ), которых все же надо будет эффективно защищать от длительного воздействия значительных доз радиации. При этом будет необходимо позаботиться о снижении рисков порчи конструкций «искусственного мозга» таких роботов с ИИ из-за эффектов риска неизбежного накопления разрушений коммуникационных связей отдельных разделов «мозга» между собой в подобных космических роботах. [9]. В недавней работе одного из соавторов данной статьи [10] высказано предположение, что «механизм памяти мозга» роботов наиболее вероятно будет создаваться во многом как вариант формирования «функций памяти робота» по типу копирования соответствующих участков живого мозга человека.

Но при этом следует ожидать, что опасный эффект радиационного воздействия на подобный «искусственный мозг» будет по ряду факторов аналогичен процессу разрушения межнейронных связей живого мозга космонавта (из-за воздействия на эти связи «искусственного мозга» эффекта «бомбардировки» высокоскоростными ионами космической радиации [9]).

В настоящее время на современных космических кораблях пока невозможно обеспечить «почти стопроцентную» защиту от радиации. Точнее, теоретически возможно, но за счёт более чем значительного увеличения массы аппаратуры, что неизбежно приведет к нежелательным ограничениям длительности полетов в дальний космос роботов с ИИ (по крайней мере при использовании известных на данный пери-

од технических идей, принципов и конкретных реализаций технологий искусственного интеллекта).

Профилактические мероприятия по снижению рисков в ДКЭ

Уже само перечисление и анализ указанных рисков гипотетических пилотируемых дальних космических экспедиций стимулирует, по мнению авторов, рассмотрение безлюдных космических экспедиций.

При этом наибольшие усилия при создании названных актуальных робототехнических комплексов с ИИ, по-видимому, потребуются для разработки и создания новых принципов функционирования и соответствующих технологий защиты от космической радиации компонентов «искусственного разума» при создании названного комплекса.

Определенный оптимизм по поводу реализации упомянутой задачи усматривается в связи с достаточно успешными космическими миссиями разведывательных комплексов с искусственным интеллектом на Марс при обеспечении устойчивой работы на поверхности этой планеты мобильного комплекса с ИИ «Security», включая успешную передачу репортажа с поверхности Марса [11].

Подготовка будущих участников космических миссий – космонавтов – включает в себя обязательную отработку навыков на тренажерах [12], которые предназначены для воссоздания различных условий и ситуаций космического полета.

В первые годы пилотируемой космонавтики основной упор делался на медико-биологическую подготовку. На неё отводилось почти две трети времени. Подготовка к пребыванию в невесомости, например, а именно вестибулярная тренировка, призвана облегчить и сделать короче период адаптации к невесомости. При этом для моделирования перегрузок использовалась специальная быстро вращающаяся центрифуга [12]. В настоящее время работа на космических станциях стала настолько разнообразной и соответственно требующей высокой квалификации, что стала целесообразной разработка нескольких групп специализированных тренажеров, относящихся к следующим независимым направлениям конструирования: системы имитации внешней визуальной обстановки, системы тренажеров для развития навыков космонавтов быстро принимать решения как для ряда предаварийных режимов работы оборудования КА, так и при изменении психологического состояния организма космонавта [13].

В пилотируемой космонавтике одними из основных средств подготовки космонавтов сейчас являются космические тренажеры, в структуре которых важное место занимает наличие трех групп выше указанных тренажеров (для отработки действий космонавтов на всех этапах полета). Космонавт на протяжении месяцев тренировок, предшествующих космическому полету, использует много имитаторов и тренажеров различных типов для подготовки оптимальных действий его на соответствующих этапах космического полета. Именно поэтому большое внимание уделяется системам 3D-визуализации с элементами интерактивности. В источнике [14] затронуты принципы и концепции создания подобных систем визуализации ситуаций для каждого этапа данной космической миссии (предполетная подготовка, старт КА с экипажем и этап адаптации космонавта, основной этап полета и подготовка к посадке на Землю). Это могут быть максимально правдоподобные виртуальные картины, реализующие типовые сценарии космической работы, которые предусмотрены разработчиками космического проекта, что позволяет отследить все неожиданности и соответственно риски на стадии планирования космической миссии.

Именно интерактивность представляет собой основную проблему для разработчиков подобных комплексов [14], ибо заранее подготовить и предусмотреть все основные сценарии рассматриваемых ситуаций практически невозможно. Компьютерной системе тренажера приходится синтезировать окружение космонавта и те изо-

бражения, которые должен видеть космонавт из той точки, где он находится с учетом перемещения в пространстве его самого и других членов экипажа.

Аналогично тому, как в ходе подготовки к полету проверяются навыки и возможности каждого из членов экипажа пилотируемого космического корабля, так и в случае замены людей робототехническими устройствами с искусственным интеллектом для работы в космосе необходимо в наземных лабораториях проводить тестирование и обучение последних. Космическая робототехника сейчас – одно их самых актуальных и перспективных направлений развития современной космонавтики. К основным актуальным робототехническим системам космического назначения относятся специальные роботы для ремонта, технического обслуживания, сборки необходимых компонентов на орбите (стыковки), дозаправки орбитальных космических аппаратов, а также «планетоходы», устройства для внекорабельных работ, для работ внутри космических кораблей и для обслуживания планетоходов.

Реальный опыт применения роботов в космосе (из информации в открытых источниках)

Космические роботы в настоящее время разрабатываются в США, России, Канаде, странах ЕС, в частности в Германии. Как правило, это роботы, разработанные для конкретных работ в космосе. В «Каталоге космических роботов» [15] представлены роботы различного назначения и степени искусственного интеллекта. Уже в начале десятых годов XXI века в России был разработан телеуправляемый андроид для работы в космосе, который дистанционно управляется оператором с помощью костюма-повторителя. В Германии разработан бортовой робот-андроид AILA с возможностью работы в космосе. AILA разработан в Robotics Innovation Center (German Research Center for Artificial Intelligence) и Robotics Group в Университете Бремена (Германия). Сейчас AILA проходит обучение работе на МКС на макете модуля Колумб. Американский робот-андроид Robonaut 2 в настоящее время также работает на МКС [15,16].

При этом «антропоморфный подход» не абсолютизируется: каждый робот чаще проектируется пока под небольшое количество задач. Так, например, инженеры из Лаборатории реактивного движения NASA сообщили о разработке марсохода NASA Mars 2020, который займется поисками признаков жизни на Марсе, и уже приступили к установке роботизированной руки, с помощью которой беспилотный марсоход будет делать забор марсианской почвы [17].

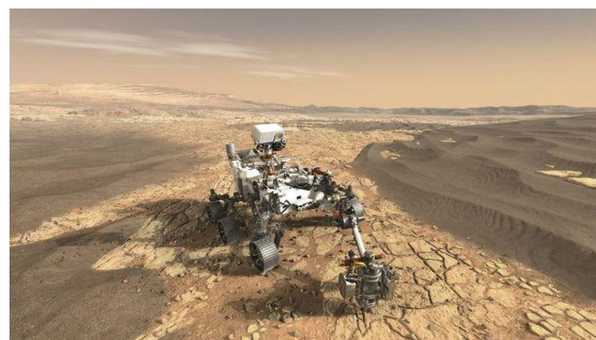


Рис. 2. Марсоход NASA Mars 2020

Известен недавний недостаточно успешный опыт использования российского робота-андроида «Федора», производства НПО «Андроидная техника», побывавшего на МКС [18]. Во время полета робот выполнил ряд заданий под управлением космонавта, но полностью программа, возлагаемая на него, не была выполнена.

Разработчики робота «Федора» признают его невысокий уровень искусственного интеллекта. Следующая модель, утверждают они, может быть управляемой с помощью голоса или специальной программы, а не только с помощью экзоскелета, и отправить ее смогут уже не только на МКС. Также робот «Федор», по мнению его создателей, может стать первым подобным роботом, который выйдет в открытый космос [18].

Выводы

Как видим, ученые возлагают большие надежды на космических роботов, которые помогут в освоении дальнего

космоса. Широко известны слова К.Э. Циолковского, что в будущем «Человечество не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство».

Как бы в развитие этого пророчества известный физик современности С. Хоукинг высказывал уверенность, что любознательность человечества приведет в недалеком будущем к целенаправленным экспедиционным исследованиям ближних и дальних планет Солнечной системы, имея в виду, что для этого потребуется активное развитие ряда специфических технологий искусственного интеллекта новых поколений.

Литература

1. Радіація та космос: що потрібно знати? («Радіаційні» секрети, які приховує космічний простір) 29/09/2015/https://uatom.org/index.php/2015/09/29/radiatsiya-ta-kosmos-shho-potribno-znaty-radiatsijni-sekrety-yaki-pryhovuye-kosmichnyj-prostir/
2. Григорьев А.И., Красавин Е.А., Островский М.А. К оценке риска биологического действия галактических тяжелых ионов в условиях межпланетного полета // Российский физиологический журнал им. М.А. Сеченова, 2013. Т.99. №3, стр. 273-280.
3. Информационные технологии искусственного интеллекта для шахтной безопасности./ В.Г. Писаренко, Ф.Н. Горин, Ю.В. Писаренко и др.-К.:НТТУ КПИ, 2013 – 116с. ил.35 табл.4, см. стр 18-21.
4. Савиных В.П. Записки с мертвой станции. — М.: ИД «Системы Алиса», 1999.
5. Цыганков О.С. Марс-500: моделирование деятельности экипажа на поверхности планеты // Авиапанорама. – № 2. – 2011. – С. 12–15. [4]
6. Цыганков О.С. Моделирование внекорабельной деятельности экипажа первой десантной экспедиции на поверхность Марса// Пилотируемые полеты в космос, №2(7), с. 72-82/2013
7. Ярополов В.И. Анализ особенностей марсианской экспедиции и разработка предложений по обеспечению безопасности экипажа при выполнении миссии к Марсу. // Пилотируемые полеты в космос, №2(7), с. 43-71/2013
8. От Hyperloop до колонизации Марса: Какие инновации предлагает миру Илон Маск, https://112.ua/glavnye-novosti/ot-elektrokarov-do-kolonizacii-marsa-kakie-iniciativy-predlagaet-miru-ilon-mask-514804.html
9. Уйба В.В., Ушаков И.Б., Сапецкий А.О. Медико-биологические риски, связанные с выполнением дальних космических полетов // Медицина экстремальных ситуаций. 2017. №1 (59)., с. 45-64, URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mediko-biologicheskie-riski-svyazannye-s-vypolneniem-dalnih-kosmicheskih-poletov (дата обращения: 14.10.2019).
10. Pisarenko V.G., Simulation of the problem of interaction of neurons taking into account the lagging of their interaction .// Cybernetics and Systems Analysis.- Vol. 54, No. 3 (2018). - Published by Springer Science+Business Media, LLC. – P.513- 516.
11. Що нового на Марсі? Підсумки міжпланетного року. https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2609976-so-novogo-na-marsi-pidsumki-mizplanetnogo-roku.html
12. Средства и методы профессиональной подготовки космонавтов. https://habr.com/ru/post/362067/
13. Опыт создания систем визуализации реального времени и их применение в тренажерных и обучающих системах. Б.С. Долговесов, Б.Б. Морозов. Институт Автоматики и Электрометрии СО РАН, Новосибирск, Россия bsd@iae.nsk.su
14. Остапенко В., Коваль О. Особливості візуалізації 3D-об'єктів у системах дистанційного навчання // Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ (COMPUTER SCIENCE, INFORMATION TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT SYSTEMS YOUNG SCIENTISTS CONFERENCE)» (CSYSC-2019), 27–29 листопада 2019 року, м. Івано-Франківськ. – 3 с.
15. Каталог космических роботов UPL:http://robotrends.ru/robopedia/katalog-kosmicheskih-robotov
16. Аналитический обзор мирового рынка роботов с ИИ. https://adindex.ru/files2/access/2019_07/273895_sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf
17. Марсоход NASA Mars 2020 займется поисками признаков жизни на Марсе. http://www.robogeek.ru/kosmicheskie-roboty/marsohod-nasa-mars-2020-zaimetsya-poiskami-priznakov-zhizni-na-marse
18. В Академии космонавтики назвали причины «отставки» робота «Федора»: https://nsn.fm/aviation-and-space/v-akademii-kosmonavtiki-nazvali-prichiny-otstavki-robota-fedora?fbclid=IwAR1i4ILjkMlol5TyzqgM4D2iHLv_BHQCG4SmTmE1OzigMliivZ-Q3pQwRjE

References

1. Radiatsiia ta kosmos: shcho potribno znaty? («Radiatsiini» sekrety, yaki prykhovuie kosmichnyi prostir) 29/09/2015/https://uatom.org/index.php/2015/09/29/radiatsiya-ta-kosmos-shho-potribno-znaty-

radiatsijni-sekrety-yaki-pryhovuye-kosmichnyj-prostir/
2. Grigorev A.I., Krasavin E.A., Ostrovskiy M.A. K otsenke riska biologicheskogo deystviya galakticheskih tyazhelyih ionov v usloviyah mezhplanetnogo poleta // Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. M.A. Sechenova, 2013. T.99. #3, str. 273-280.
3. Informatsionnyie tehnologii iskusstvennogo intellekta dlya shahtnoy bezopasnosti./ V.G. Pisarenko, F.N. Gorin, Yu.V. Pisarenko i dr.-K.:NTTU KPI, 2013 – 116s. il.35 tabl.4, sm. str 18-21.
4. Savinyih V.P. Zapiski s mertvoy stantsii. — M.: ID «Sistemyi Alisa», 1999.
5. Tsyigankov O.S. Mars-500: modelirovanie deyatelnosti ekipazha na poverhnosti planetyi // Aviapanorama. – # 2. – 2011. – S. 12–15. [4]
6. Tsyigankov O.S. Modelirovanie vnekorabelnoy deyatelnosti ekipazha pervoy desantnoy ekspeditsii na poverhnost Marsa// Pilotiru-emyie poletyi v kosmos, #2(7), s. 72-82/2013
7. Yaropolov V.I. Analiz osobennostey marsianskoy ekspeditsii i razrabotka predlozheniy po obespecheniyu bezopasnosti ekipazha pri vyipolnenii missii k Marsu. // Pilotiruemyie poletyi v kosmos, #2(7), s. 43-71/2013
8. Ot Hyperloop do kolonizatsii Marsa: Kakie innovatsii predlagaet miru Ilon Mask, https://112.ua/glavnye-novosti/ot-elektrokarov-do-kolonizacii-marsa-kakie-iniciativy-predlagaet-miru-ilon-mask-514804.html
9. Uyba V.V., Ushakov I.B., Sapetskiy A.O. Mediko-biologicheskie riski, svyazannyie s vyipolneniem dalnih kosmicheskih poletov // Meditsina ekstremalnyih situatsiy. 2017. #1 (59)., s. 45-64, URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mediko-biologicheskie-riski-svyazannye-s-vypolneniem-dalnih-kosmicheskih-poletov (data obrascheniya: 14.10.2019).
10. Pisarenko V.G., Simulation of the problem of interaction of neurons taking into account the lagging of their interaction // Cybernetics and Systems Analysis.- Vol. 54, No. 3 (2018). - Published by Springer Science+Business Media, LLC. – P.513- 516.
11. Shcho novoho na Marsi? Pidsumky mizhplanetnoho roku. https://www.ukrinform.ua/ rubric-technology/2609976-so-novogo-na-marsi-pidsumki-mizplanetnogo-roku.html
12. Sredstva i metodyi professionalnoy podgotovki kosmonavtov. https://habr.com/ru/post/362067/
13. Opyit sozdaniya sistem vizualizatsii realnogo vremeni i ih primenenie v trenazhernyih i obuchayuschih sistemah. B.S. Dolgovesov, B.B. Morozov. Institut Avtomatiki i Elektrometrii SO RAN, Novosibirsk, Rossiya bsd@iae.nsk.su
14. Ostapenko V., Koval O. Osoblyvosti vizualizatsii 3D-obiektiv u systemakh dystantsiinoho navchannia // Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh «KOMPIuTERNI NAUKY, INFORMATsIINI TEKhNOLOHII TA SYSTEMY UPRAVLINNIa (COMPUTER SCIENCE, INFORMATION TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT SYSTEMS YOUNG SCIENTISTS CONFERENCE)» (CSYSC-2019), 27–29 lystopada 2019 roku, m. Ivano-Frankivsk. – 3 s.
15. Katalog kosmicheskih robotov UPL:http://robotrends.ru/robopedia/katalog-kosmicheskih-robotov
16. Analiticheskiy obzor mirovogo ryinka robotov s II. https://adindex.ru/files2 /access/2019_07/273895_sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf
17. Marsohod NASA Mars 2020 zaymetsya poiskami priznakov zhizni na Marse. http://www.robogeek.ru/kosmicheskie-roboty/marsohod-nasa-mars-2020-zaimetsya-poiskami-priznakov-zhizni-na-marse
18. V Akademii kosmonavtiki nazvali prichinyi «otstavki» robota «Fedora»: https:// nsn.fm/aviation-and-space/v-akademii-kosmonavtiki-nazvali-prichiny-otstavki-robota-fedora?fbclid=IwAR1i4ILjkMlol5TyzqgM4D2iHLv_BHQCG4SmTmE1OzigMliivZ-Q3pQwRjE

RESUME

В.Г. Писаренко, Ю.В. Писаренко, О.Є. Гульчак

Prospects for the application of artificial intelligence methods in space research tasks

The article describes the modern ideas about the problems of ensuring the crew and spacecraft safety participating in the space expedition into "deep space". Various approaches to the development of criteria for the successful completion of space missions are considered. As the most reliable criterion, the probability of successful completion of the space mission, in which all possible emergency situations were taken into account, was selected.

Each of emergency situations is a consequence of various origins unfavorable factors influence during the long-term flight into "deep space". Three main categories of risks can be distinguished: the radiation on the body of crew members effects; mental disorders danger; spacecraft equipment failure risk. In the article the classification of risks to the health and life of astronauts in long space missions are provided.

This allows you to generalize many factors and establish their interconnections. In cases of interplanetary flights, space technology and astronauts have to work in very

harsh radiation, psychological and other difficult conditions.

These conditions are significantly different from conditions in near-Earth orbits.

Therefore, the developers of such ambitious projects should pay great attention to questions of the fundamental expediency of long interplanetary expeditions with people on board. The authors substantiated the conclusion about the need for the existing development of science to consider options for uninhabited space expeditions. In the latter case, the widespread use of intelligent robotics, which can replace humans in the tasks of deep space exploration, is relevant. At the same time, "artificial intelligence for deep space", just like the human brain, is critical to the long-term effects of radiation and the effect of "brain aging" due to the risk of the inevitable accumulation of damage to the communication links of individual sections of the "brain" with each other. Therefore, the protection of "artificial intelligence" should be a priority for space science.

Надійшла до редакції15.08.2019